

SISTEM MONITORING BANJIR PADA JALAN MENGUNAKAN APLIKASI MOBILE DAN MODUL WI-FI

Dwi Rahma Ariyani^{1*}, Zaini², Rahmi Eka Putri³

^{*1,3} Jurusan Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas Padang

²Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang

³E-mail : rahmi230784@gmail.com

ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang kerap terjadi di berbagai daerah di Indonesia. Peristiwa banjir pada jalan berdampak negatif bagi kelancaran lalu lintas. Hal tersebut dikarenakan kurangnya informasi yang diterima oleh pengguna jalan tentang kondisi jalan yang akan dilewati. Pada penelitian ini dirancang sistem monitoring banjir yang bekerja secara otomatis dengan cara mengetahui ketinggian permukaan air pada jalan. Sistem monitoring ini dilakukan dengan mengimplementasikan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler yang mengukur ketinggian permukaan air. Sistem ini juga menggunakan aplikasi mobile sebagai interface dari sistem serta modul Wi-Fi untuk pengiriman data ke server. Aplikasi yang digunakan memberikan informasi ketinggian air di tiga ruas jalan dengan tampilan Google Maps. Hasil pengujian perancangan sistem ini memiliki keakurasian pada sensor ultrasonik yang menghasilkan tingkat rata-rata error maksimal sebesar 7% dengan selisih ketinggian air rata-rata 2.1cm, serta informasi dapat diterima oleh pengguna jalan setiap menit (pengujian dilakukan dengan 20 pengguna jalan mengakses aplikasi secara serentak) dengan kecepatan akses internet yang digunakan pada sistem rata-rata sebesar 2.01-2.50 Mbps.

Kata kunci: sistem monitoring banjir, aplikasi mobile, modul Wi-Fi, Google Maps

ABSTRACT

Flooding is one of the natural disasters that often occurs in various regions in Indonesia. Flood could have negative impact on the traffic flow. This is caused by the lack of information received by the drivers about road conditions will be passed through. In this project, a flood monitoring system designed works automatically by knowing the water level on the road. This monitoring system implements ultrasonic sensor based on microcontroller which measures water levels. It also uses mobile application as the interface of the system and Wi-Fi module for sending data to server. The application provides water level information on three roads with Google Maps view. The result of the system was the accuracy of ultrasonic sensor had a maximum average error by 7% with the difference in water levels was 2.1cm, and information could be received by drivers (20 drivers were running the application at the same time) every minute when the average of speed of internet access used in the system was 2.01-2.50 Mbps.

Keywords : flood monitoring system, mobile application, Wi-Fi module, Google Maps

PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang kerap terjadi di berbagai daerah di Indonesia. Peristiwa banjir berdampak negatif bagi kelancaran lalu lintas. Seperti kemacetan di beberapa ruas jalan yang terkena banjir. Beberapa hal yang menyebabkan kemacetan ini karena adanya kendaraan yang mogok dikarenakan air masuk ke saringan udara, knalpot, dan busi kendaraan. Hal ini disebabkan kurangnya informasi yang

diterima oleh pengguna jalan tentang keadaan jalan tersebut ketika hujan.

Beberapa penelitian yang terkait dengan pengembangan sistem monitoring banjir diantaranya yaitu adanya sebuah sistem yang memberikan informasi kepada pengguna jalan tentang keadaan banjir di jalan apakah jalan tersebut aman untuk dilewati atau tidak (Kusuma). Namun pengguna jalan tidak dapat mengetahui kondisi jalan sebelum mendekati lokasi tersebut. Hal ini masih dapat

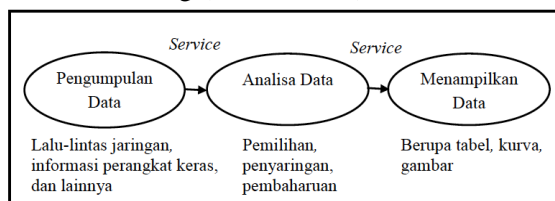
menyebabkan terjadinya kemacetan yang dikarenakan menumpuknya kendaraan pada jalan yang terkena banjir. Penelitian lainnya membahas tentang sistem monitoring ketinggian air yang memberikan informasi ketinggian level banjir di suatu jalan melalui media SMS ke komputer server (Sendari, 2010). Sistem ini hanya digunakan untuk satu ruas jalan, sehingga pengguna jalan tidak dapat mengetahui kondisi jalan yang lainnya.

Untuk mengatasi masalah di atas maka dibutuhkan suatu sistem monitoring ketinggian air yang mana sistem ini akan memantau kondisi tiga ruas jalan yang rawan terjadi banjir. Sistem ini terhubung ke server sehingga pengguna jalan dapat mengakses web dan aplikasi mobile yang telah disediakan. Pada web terdapat fitur Google Maps untuk memudahkan pengguna jalan mengetahui jalan mana yang terbaik untuk dilewati. Dengan adanya sistem ini, diharapkan pengguna jalan dapat dengan mudah mengetahui keadaan ruas jalan yang akan dilewati sehingga dapat mengurangi resiko kemacetan pada saat terjadi banjir.

Sistem Monitoring

Sistem monitoring merupakan suatu proses untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber daya. Biasanya data yang dikumpulkan merupakan data yang real time. Sistem monitoring adalah suatu sistem yang bisa digunakan untuk mengamati suatu data dari alat ukur oleh manusia dimanapun tempat dan kapanpun waktunya. Secara garis besar tahapan dalam sebuah sistem monitoring terbagi ke dalam tiga proses besar seperti yang terlihat pada Gambar 1, yaitu :

1. Proses di dalam pengumpulan data monitoring
2. Proses di dalam analisis data monitoring
3. Proses di dalam menampilkan data hasil monitoring (Ohara, 2005)



Gambar 2.1 Proses dalam Sistem Monitoring (Ohara, 2005)

Aksi yang terjadi di antara proses-proses dalam sebuah sistem monitoring adalah berbentuk service, yaitu suatu proses yang terus-menerus berjalan pada interval waktu tertentu. Proses-proses yang terjadi pada suatu sistem monitoring dimulai dari pengumpulan data seperti data dari network traffic, informasi perangkat keras, dan lain-lain yang kemudian data tersebut dianalisa pada proses analisa data dan pada akhirnya data tersebut dapat ditampilkan (Ohara, 2005).

Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan yang diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindranya adalah padat, cair dan butiran. Jarak antara sensor dengan objek yang direfleksikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada Persamaan 1 (Hani).

$$L = 1/2 (t \cdot c) \quad (1)$$

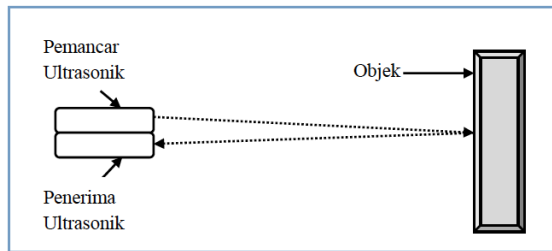
L = jarak ke objek

t = waktu pengukuran yang diperoleh

c = cepat rambat suara (340 m/s)

Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada input dari rangkaian penerima. Apabila melebihi batas waktu tertentu dan rangkaian penerima tidak ada sinyal input maka dianggap tidak ada halangan di depannya (Hani).

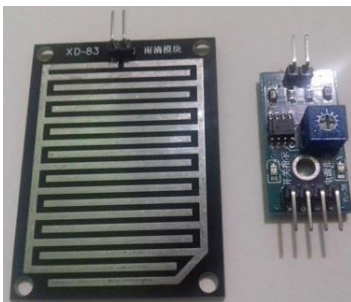
Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkak dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal piezoelectric akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan, dan ini disebut dengan efek piezoelectric (Hani), seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Prinsip Pemantulan Gelombang Ultrasonik (Hani)

Sensor Raindrop

Sensor Raindrop merupakan jenis sensor yang akan aktif jika sensor terkena air hujan. Jika sensor terkena air hujan maka jalur antara port dan ground akan terhubung, sehingga tegangan di port akan bernilai nol karena terhubung langsung dengan ground (Suleman). Perangkat Sensor Raindrop dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Modul Raindrop Sensor

Sensor yang digunakan pada rangkaian ini merupakan sensor yang dibuat dari potongan PCB (Printed Circuit Board) yang disolder sedemikian rupa di mana terdapat dua buah jalur tembaga. Ketika ada hujan maka sensor hujan ini akan basah sehingga antara jalur yang ke ground dan jalur yang ke kaki port input digital akan terhubung singkat. Sehingga ketika sensor hujan basah maka kaki port input digital mendapat logika 0 (Suleman).

Modul ESP8266

Espressif Systems' Smart Connectivity Platform (ESCP) adalah suatu set kinerja tinggi, SOC (System on Chip) nirkabel integrasi yang tinggi, dirancang untuk ruang dan power desainer platform mobile. ESCP menyediakan kemampuan tak tertandingi untuk menanamkan kemampuan WiFi dalam system lain, atau berfungsi sebagai aplikasi mandiri, dengan biaya terendah, dan kebutuhan ruang yang minimal (ESP8266EX Datasheet, 2015).

ESP8266 telah dirancang untuk mobile, wearable electronics dan aplikasi Internet of Things dengan tujuan untuk mencapai konsumsi daya terendah dengan kombinasi beberapa teknik paten. Arsitektur hemat daya beroperasi terutama pada 3 mode: modus aktif, modus tidur dan mode deep sleep. ESP8266 dapat diprogram untuk aktif ketika kondisi tertentu terdeteksi. Fitur waktu aktif minimal dari ESP8266 dapat dimanfaatkan oleh SOC perangkat mobile, yang memungkinkan mereka untuk tetap dalam modus siaga rendah daya hingga WiFi diperlukan. Dalam hal untuk memenuhi permintaan listrik elektronik mobile dan untuk dapat dipakai, ESP8266 dapat diprogram untuk mengurangi daya output dari PA untuk memuat berbagai profil aplikasi, oleh perdagangan dari jangkauan untuk konsumsi daya (ESP8266EX Datasheet, 2015). Perangkat modul ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 4.



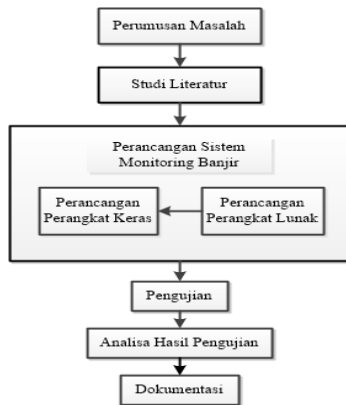
Gambar 4 Modul ESP2266 (ESP8266EX Datasheet, 2015)

Aplikasi Mobile Berbasis Android

Android adalah sebuah kumpulan perangkat lunak untuk perangkat mobile yang mencakup sistem operasi, middleware dan aplikasi utama mobile. Android menyediakan akses yang sangat luas kepada pengguna untuk menggunakan library yang diperlukan dan tools yang dapat digunakan untuk membangun aplikasi yang semakin baik. Android memiliki sekumpulan tools yang dapat digunakan sehingga membantu para pengembang dalam meningkatkan produktivitas pada saat membangun aplikasi yang dibuat (Pakpahan, 2015).

METODE

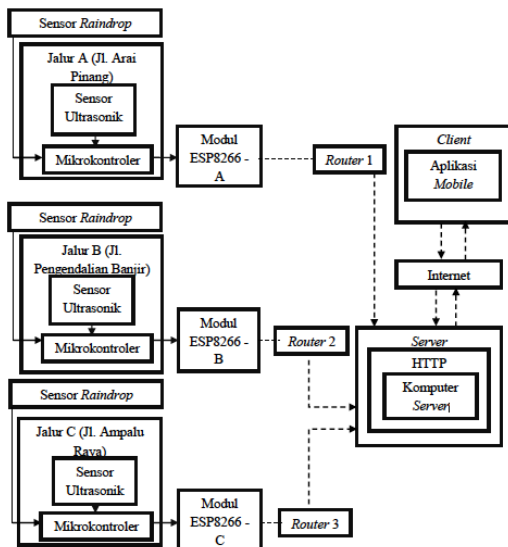
Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metodologi eksperimental yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Metodologi Penelitian

Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem monitoring banjir, sistem yang akan dibuat dirancang dalam bentuk blok diagram seperti pada Gambar 6.



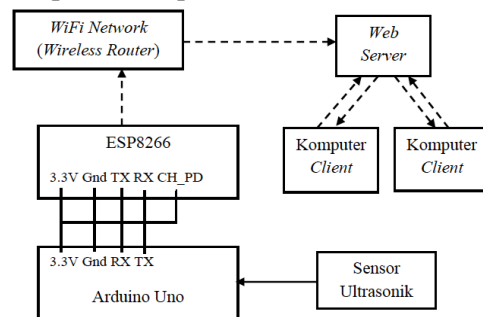
Gambar 6 Blok Diagram Perancangan Sistem Monitoring Banjir

Sistem ini melibatkan tiga ruas jalan yang diinisialisasikan dengan Jalur A, Jalur B, dan Jalur C. Sistem ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik, Arduino Uno, modul ESP8266, router, dan sensor raindrop. Pada sistem monitoring ini, sensor raindrop akan mendeteksi terjadinya hujan. Sensor raindrop bekerja seperti resistor *variable* yang resistansinya akan berubah ketika basah (terkena air). Ketika terjadi hujan di kawasan dimana sistem ditempatkan, tetesan air hujan akan mengenai sensor raindrop, kemudian mikrokontroler akan memproses input dari sensor tersebut sehingga sensor ultrasonik beserta modul ESP8266 dapat memulai kerjanya. Hal ini dilakukan untuk menghemat daya yang bersumber dari baterai beserta kuota data internet pada wireless router.

Sensor ultrasonik mendeteksi kedalaman air dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dan kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor ultrasonik ini akan diletakkan di bagian atas sebuah pipa yang kemudian diukur jarak antar sensor dengan jalan. Ketika banjir terjadi, gelombang ultrasonik sensor akan mengenai permukaan air dan gelombang akan dipantulkan kembali sehingga didapat jarak baru yaitu jarak antara sensor dengan permukaan air. Untuk menentukan kedalaman air, jarak awal (jarak sensor dengan jalan) dikurangi dengan jarak terakhir (jarak antara sensor dengan permukaan air) yang hasilnya merupakan kedalaman dari air tersebut.

Data yang diperoleh dari jalur A, B dan C akan dikirim ke server dengan menggunakan modul ESP8266 sebagai jalur komunikasi. Setiap jalur dilengkapi router agar modul ESP8266 mendapatkan akses internet. Data akan diolah pada Web Server untuk dapat menampilkan informasi ketinggian air pada Google Maps.

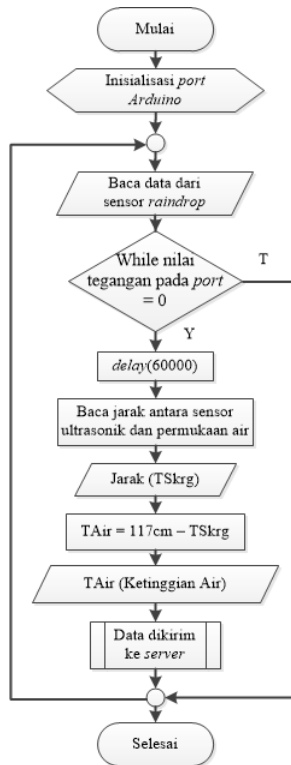
Komunikasi yang dilakukan modul ESP8266 menggunakan AT Command. Untuk dapat mengirimkan data dari modul ESP8266 ke server adalah dengan cara mengetahui dan menginputkan nama SSID dari wireless router, password router tersebut, IP dari Web Server, dan API Key ke dalam program Arduino IDE. Modul ESP8266 akan mengirimkan data yang telah diolah oleh Arduino Uno dengan perantara jaringan WiFi. Blok diagram proses pengiriman data dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Blok Diagram Proses Pengiriman Data

Flowchart dan Algoritma Program Arduino

Pengukuran kedalaman air dan pengiriman data dilakukan pada pemrograman Arduino IDE. Perancangan perangkat lunak pada Arduino IDE dapat digambarkan dalam flowchart seperti pada Gambar 8.



Gambar 8 Flowchart Program Arduino

Untuk mendapatkan data ketinggian air pada mikrokontroler digunakan rumus :

$$TAir = 117cm - TSkrng \quad (2)$$

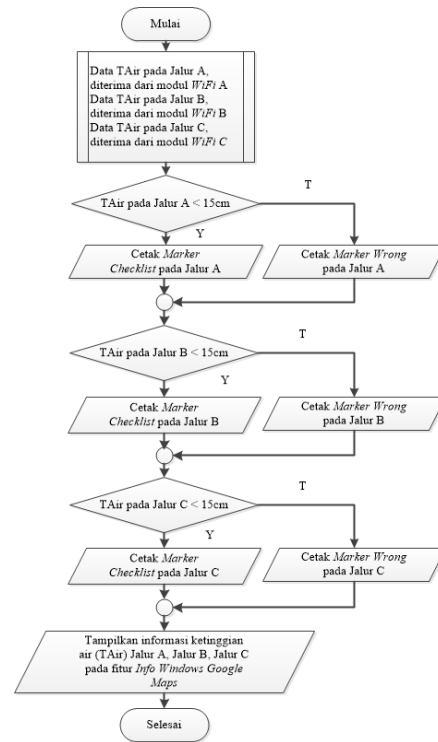
TAir : Ketinggian Air

TSkrng : Jarak antara sensor dan permukaan air

Pengukuran ketinggian air pada jalan menggunakan persamaan 2. Nilai 117cm didapatkan dari panjang pipa paralon 120cm dikurangi dengan 3cm jarak posisi sensor ultrasonik dengan puncak pipa. Nilai 117cm merupakan nilai awal yang ditetapkan. Ketika air memasuki pipa maka jarak antara sensor dan permukaan air akan terukur yang kemudian dikurangi dengan nilai awal sehingga didapatkan nilai ketinggian air (TAir).

Flowchart dan Algoritma Program HTML, PHP, dan JavaScript

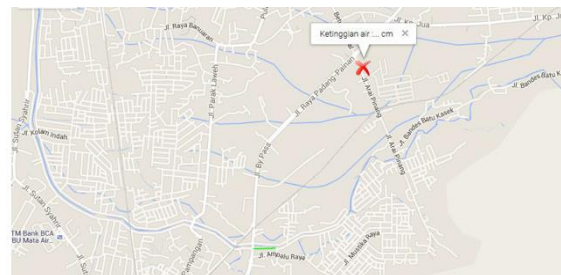
Pemberian informasi kondisi jalan dilakukan pada web server menggunakan pemrograman HTML, PHP, dan JavaScript. Perancangan perangkat lunak pada web server dapat digambarkan dalam flowchart seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Flowchart Program HTML, PHP, dan JavaScript

Interface Sistem pada Web

Interface dari sistem monitoring ini ditampilkan melalui sebuah web. Informasi ketinggian air ditampilkan melalui Google Maps. Tampilan Google Maps pada Web dengan fitur Polyline dan Info Windows dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Tampilan Marker dan Info Windows pada Maps

HASIL DAN PEMBAHASAN Implementasi Perangkat Keras

Pada implementasi perangkat keras dirancang sebuah perangkat tambahan yang digunakan untuk menguji sistem monitoring ketinggian air dengan menggunakan tiga buah pipa berukuran sama dengan panjang 120 cm dan diameter 3 inch. Sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11 Sistem Secara Keseluruhan

Penelitian ini dilakukan pada 3 buah titik dimana setiap titik dilengkapi dengan sensor ultrasonik sebagai input yang akan membaca ketinggian air padajalan, juga terdapat modul WiFi yang digunakan untuk komunikasi data dari titik tersebut dengan server dan wireless router sebagai pemancar sinyal WiFi. Selain sensor ultrasonik, modul WiFi, dan wireless router juga terdapat sensor raindrop yang berfungsi untuk memulai dan mengakhiri pengukuran ketinggian air dan pengiriman data.

Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak sistem ini meliputi aplikasi mobile dengan menggunakan App Inventor sebagai pembuat aplikasi untuk tampilan antarmuka dalam menampilkan data ketinggian air.

Aplikasi mobile yang dirancang dapat digunakan untuk monitoring banjir. Interface aplikasi monitoring banjir pada sistem operasi android dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Tampilan Depan Aplikasi Monitoring Banjir

Aplikasi monitoring banjir berbasis Android yang dirancang bertujuan untuk mempermudah user mengakses informasi mengenai ketinggian air padajalan yang akan dilewati (Jl. Arai Pinang, Jl. Pengendalian

Banjir, Jl. AmpaluRaya). User hanya perlu meng-install aplikasi monitoring banjir ini pada smartphone Android mereka dan mengakses informasi dimanapun mereka berada. Aplikasi ini dilengkapi Google Maps dan notifikasi berupa alert sehingga user dapat dengan mudah menentukan jalan terbaik yang akan dilewati. Tampilan Google Maps dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Tampilan Google Maps pada Aplikasi Monitoring Banjir

Pengujian dan Analisa Ketepatan Sensor Ultrasonik pada Sistem

Sensor ultrasonik digunakan sebagai pengukur ketinggian air menggunakan gelombang ultrasonik yang ditempatkan pada sebuah pipa dengan tinggi 120cm. Pipa diposisikan secara vertikal / tegak. Sensor diletakkan pada puncak pipa sehingga gelombang yang dipancarkan dapat memantul pada air yang ada di dalam pipa. Sensor terletak 3cm ke bagian dalam pipa sehingga untuk melakukan pengukuran ketinggian air pada program Arduino digunakan persamaan 2. Hasil yang didapat oleh sensor ultrasonik dilihat dengan menggunakan serial monitor pada Arduino IDE.

Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh % error rata-rata di Titik A, B, dan C masing-masing yaitu 3.71%, 1.11%, dan 7.00%. Kecepatan aliran arus air pada setiap titik berbeda sehingga hal ini mempengaruhi hasil pengukuran yang didapat. Arus air yang paling cepat yaitu pada Titik C, sehingga menyebabkan gelombang ultrasonik terpantul pada permukaan yang tidak rata.

Hal lain yang menyebabkan error pada hasil adalah kurang tepatnya pengukuran yang dilakukan pada saat dilakukan secara manual

(menggunakan meteran). Ketinggian air yang diambil yaitu ketinggian air rata-rata, karena permukaan air yang mengalir bergelombang sehingga pengukuran ketinggian secara manual tidak dapat diambil satu nilai yang pasti.

Pengujian dan Analisa Pengaruh Kecepatan Akses Internet pada Sistem

Pengujian ini menggunakan delay pada proses pengiriman data selama 5 detik sehingga waktu paling cepat untuk melakukan pengiriman data ke server oleh sistem adalah 13.1 detik. Hal ini dipengaruhi oleh pemberian delay di fungsi lainnya pada program Arduino.

Tabel 1 Pengaruh Kecepatan Akses Internet Terhadap Durasi Waktu Komunikasi Data antara Sistem dan Server

Percobaan ke-	Kecepatan Akses Internet pada router (Mbps)	Durasi pengiriman data (detik)
1	0.11	223.25
2	0.1	338.961
3	0.4	31.183
4	0.09	441.275
5	0.23	95.684
6	1.7	15.881
7	10.29	13.677
8	3.09	14.592
9	0.37	33.235
10	0.41	30.177

Dari pengujian yang dilakukan didapat hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 kecepatan akses internet yang digunakan pada router sangat mempengaruhi proses pengiriman data oleh sistem ke server. Semakin cepat akses internet yang digunakan maka pengiriman data ke server akan semakin baik. Ketika kecepatan upload data pada jaringan internet yang digunakan sebesar 10.29 Mbps, waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirimkan data ke server adalah 13.677 detik. Sedangkan pada saat kecepatan upload data pada jaringan internet sebesar 0.09 Mbps, waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirimkan data ke server adalah 441.275 detik (7.4 menit).

Pengujian dan Analisa Pengaruh Jumlah User Terhadap Kelancaran Akses Data antara User dan Server

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui layaknyasistem ketika digunakan oleh pengguna jalan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengaruh Jumlah User Terhadap Kelancaran Akses Data ke Server

Jumlah User / User ke-	1	5	10	15	20
1	√	√	√	√	√
2		√	√	√	√
3		√	√	√	√
4		√	√	√	√
5		√	√	√	√
6			√	√	√
7			√	√	√
8			√	x	x
9			√	√	√
10			√	√	√
11				√	√
12				√	√
13				√	√
14				√	√
15				√	√
16					√
17					√
18					√
19					√
20					√

Keterangan :

√ = Berhasil Mengakses Data

x = Tidak Berhasil Mengakses Data

Tabel 2 menunjukkan bahwa dari percobaan yang dilakukan dengan 20 user yang mengakses website secara serentak dengan *smartphone* dan *provider* yang berbeda tidak mempengaruhi kelancaran user tersebut dalam mengakses website Sistem Monitoring Banjir ini, karena penyedia layanan hosting yang digunakan menyediakan bandwidth sebesar 100 GB. Hal yang mempengaruhi gagalnya user dalam mengakses server disebabkan oleh faktor eksternal seperti gangguan dari jaringan internet yang digunakan atau kemampuan dari *smartphone* itu sendiri dalam menjalankan aplikasi.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa informasi ketinggian air yang dapat ditampilkan maksimal 115 cm dengan error maksimal 7% dari tiga titik lokasi pengujian dan selisih ketinggian air rata-rata 2.1 cm yaitu pada Titik C. Koneksi modul WiFi ESP8266 ke internet bergantung pada kecepatan akses internet yang digunakan pada router, dengan kecepatan akses 2.01-2.50 Mbps data dapat terkirim setiap menitnya yang tidak dipengaruhi oleh jumlah

user yang melakukan akses serentak ke website tersebut.

Untuk meningkatkan kinerja dan fungsionalitas sistem disarankan untuk melakukan beberapa inovasi tambahan, antara lain : peta yang digunakan pada sistem dapat bersifat dinamis, sistem dapat memberikan informasi prediksi cuaca, serta penelitian selanjutnya agar dapat menambah area yang akan dimonitoring.

DAFTAR PUSTAKA

ESP8266EX Datasheet,

http://www.esp8266.com/wiki/lib/exe/fetch.php?media=0aesp8266_datasheet_en_v4.3.pdf, diakses pada tanggal 15 Desember 2015, pukul 20.00 WIB.

Hani, Slamet. "Sensor Ultrasonik SRF05 Sebagai Memantau Kecepatan Kendaraan Bermotor". Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri. IST AKPRIND. Yogyakarta.

Kusuma, J.M., Suwito., Tasripan. "Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Mikrokontroler Atmega32". Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

Ohara, G.J. 2005. "Aplikasi Sistem Monitoring Berbasis Web untuk OpenCluster". Jurusan Teknik Elektro. Universitas Telkom. Bandung.

Pakpahan, Fredy S. 2015. Aplikasi Wisata Sumut Memanfaatkan Fasilitas Google Map Pada Smartphone Berbasis Android. Universitas Sumatera Utara. Medan

Sendari, Siti. 2010. "Simulasi Informasi Banjir Jalan Raya di Dalam Kota". Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi. Yogyakarta.

Suleman, Muhammad. "Replika Sistem Atap Otomatis Untuk Pelindung Benda Terhadap Hujan Berbasis Mikrokontroler AT89S52". Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi. Universitas Gunadarma. Jakarta.